Journal of Horticultural Science
Vol. 34, No.3, Fall 2020, P. 361-376
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹، ص. ۳۷۶-۳۶۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله علمی-پژوهشی

اثر اسید سالیسیلیک بر کاهش خسارت سرمازدگی بهاره در برخی ارقام *ویتیس وینیفرا* و *ویتیس ریپاریا*

اسماء عباسی کاشانی[۱]- علی عبادی[۲]*- محمدرضا فتاحی مقدم[۳]- مجید شکرپور[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۲۷

چکیده

انگور یکی از میوه‌های مناطق معتدله است که اغلب در اثر سرمازدگی بهاره دچار صدمه می‌شود. پژوهش حاضر بمنظور بررسی اثر اسیدسالیسیلیک بر کاهش صدمه ناشی از سرمازدگی بهاره در ارقام انگور بی‌دانه سفید، پرلت و گونه ریپاریا، بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. اسیدسالیسیلیک با غلظت‌های صفر (شاهد)، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار در دو مرتبه در مرحله ۵-۴ برگی و با فاصله زمانی ۲۴ ساعت روی نهال‌های دوساله گلدانی محلولپاشی گردید. پس از ۲۴ ساعت، عامل دما در سه سطح شامل عدم سرما (گلخانه با دمای طبیعی)، دماهای صفر و ۲- درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت اعمال شد. نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش سرما تا ۲- درجه سانتی گراد درصد سوختگی شاخه افزایش و درصد زنده‌مانی جوانه های باقی مانده کاهش یافت، همچنین تحت این شرایط صدمه به غشاء سلولی و در نتیجه نشت یونی و تولید مالون دی آلدهید افزایش نشان داد. کاربرد اسیدسالیسیلیک با غلظت ۱ میلی‌مولار باعث کاهش صدمه به شاخه و افزایش قدرت بازیابی نهال‌ها گردید و کمترین میزان نشت الکترولیتی (۱۸ درصد) و مالون دی آلدهید (۰/۱۵ نانومول بر گرم وزن تر) نیز در این غلظت مشاهده شد. همچنین افزایش غلظت پرولین (۱۹۳/۶ میکرومول بر گرم وزن تر) و ترکیبات فنولی (۲۶/۶ میلی گرم بر گرم وزن تر) و حداکثر تجمع کربوهیدرات‌های محلول (۱۲/۳ میلی گرم بر گرم وزن تر) در تیمار یک میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک اتفاق افتاد. بنظر می‌رسد اسیدسالیسیلیک توانسته است منجر به کاهش صدمات ناشی از تنش سرما به غشای سلول‌ها شده و با افزایش قدرت بازیابی نهال‌های تحت تنش، اثرات منفی سرمازدگی را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: انگور، تنش سرما، تنظیم کننده رشد گیاهی، تنظیم کننده‌های اسمزی، قدرت بازیابی

مقدمه

انگور (*V. vinifera* L.) یکی از محصولات مهم باغی در جهان و ایران است و نقش عمده‌ای در ارزآوری و افزایش صادرات غیر نفتی دارد. بر اساس آمار سازمان خوار و بار جهانی، سطح زیر کشت انگور در دنیا ۷ میلیون هکتار بوده و کشور ایران با ۳۱۶ هزار هکتار در رتبه هفتم دنیا قرار دارد. میزان تولید انگور نیز حدود ۷۷/۵ میلیون تن می‌باشد که کشور ایران با تولید حدود ۲/۵ میلیون تن در رتبه نهم جهان جای دارد (۳). استان فارس با ۷۵ هزار هکتار از سطح بارور تاکستان‌های کشور، در جایگاه نخست قرار دارد. استان‌های قزوین، خراسان رضوی، آذربایجان غربی، همدان و آذربایجان شرقی نیز در رتبه‌های بعدی قرارگرفته‌اند (۳).

سرما یکی از محدودیت‌های کشت و پرورش انگور می‌باشد، بطوری‌که جلوگیری از خسارت ناشی از سرمازدگی از نکات مورد توجه در مناطق انگور کاری دنیا است. این خسارت می‌تواند به دلیل وقوع یخبندان‌های ناگهانی، سرمای زودرس پاییزه و دیررس بهاره در منطقه موکاری باشد که از آن جمله می‌توان به یخبندان زمستان سال ۸۶، سرمازدگی زودرس پاییزه سال ۹۵ و سرمازدگی دیررس بهاره سال‌های ۹۴ و ۹۷ اشاره نمود. بر اساس مشاهدات، گاهی تا ۹۰ درصد محصول تاکستان‌ها توسط صدمات ناشی از سرما از بین می‌رود (۳). طبق گزارش خبرگزاری ایسنا، طی سرمازدگی بهار ۱۳۹۷، خسارت‌های باغی بیشتر از خسارت‌های زراعی بوده و متوجه باغ‌های سیب، انگور، درختان هسته‌دار و گردو با ۱۰ تا ۹۰ درصد خسارت بوده است و برآورد تقریبی خسارت، ۱۲ هزار میلیارد تومان تخمین زده شده است.

صدمات سرما به تنه‌ها، شاخه‌های سبز و خوشه‌های گل انگور در

۱، ۲، ۳ و ۴- به‌ترتیب دانش‌آموخته دکتری، استادان و دانشیار گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: aebadi@ut.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhorts4.v34i3.74924

اوایل فصل رشد در اکثر ارقام تجاری منجر به کاهش چشمگیر میزان محصول شده و کشت مجدد این بوته‌ها نیازمند هزینـه بـالایی اسـت (۷۱). شاخه‌های علفی نورست تحمل سـرمای پـایین تـر از ۲ درجـه سانتی‌گراد را نداشته و در کمتر از این دما به شدت آسـیب مـی‌بیننـد (۳).

محافظت از گیاهان در برابر اثـرات زیـان آور دماهـای پـایین در کشاورزی دارای اهمیت قابل ملاحظه‌ای مـی‌باشـد. تجربـه و دانـش بشری تاکنون این واقعیت را به اثبات رسانیده اسـت کـه بـا تـدابیر و پیشگیری‌های مناسب می‌توان خسارت ناشـی از دمـای پـایین را بـه میزان قابل توجهی کاهش داد. یکی از راه‌های جلـوگیری از خسـارت سرمازدگی، استفاده از تنظـیم کننـده‌هـای رشـد گیـاهی نظیـر اسـید سالیسیلیک مـی‌باشـد (۶۹). بررسـی‌هـا نشـان داده اسـت کـه اسـید سالیسیلیک یک ترکیب فنولی بوده و در پاسخ به تنش‌های محیطـی نقش کلیدی در تنظیم رشد و نمو گیاهان دارد (۷۰). به نظر می‌رسـد که اسید سالیسیلیک در مقاومت به تنش سرما نیز نقش دارد و احتمالا از طریق تاثیر بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و متابولیسم پراکسید هیدروژن، زمینه کاهش خسارت سرما و افزایش تحمل گیاه به سرما را فراهم می‌آورد. نقش حفاظتی اسید سالیسیلیک در برابر آسیب سرمایی در گیاهان مختلف مانند لیموآب (۷)، پسته (۶۲)، هلو (۱۵)، انـار (۶۳)، زردآلو (۳۰) و گردو (۴۸) گزارش شده است. بررسی‌ها نشان داده است که محلول‌پاشی قلمه‌های انگور با اسـید سالیسـیلیک باعـث افـزایش مقاومت به تنش‌های سرمایی و گرمایی از طریق کاهش نشت یونی و کاهش پراکسیداسیون غشای سلول‌هـا شـده اسـت (۷۰). علیرضـایی نوقوندر و همکاران (۱) نیز بیان نمودند محلول‌پاشی یک میلـی‌مـولار اسید سالیسیلیک روی جوانه‌های گل زردآلو باعث کـاهش آسـیب بـه مادگی و نشت یونی تحت تنش یخ زدگی مصنوعی (چهار سـاعت در دمای ۴- درجه سلسیوس) نسبت به شاهد گردید. همچنین بـه نظـر می‌رسد اسید سالیسیلیک آنزیم‌های متابولیسـم پـرولین و متعاقـب آن تجمع پرولین را افزایش مـی‌دهـد (۱۳). لئـو و همکـاران (۵۲) بیـان نمودند که محلولپاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ و ۱ میلی‌مـولار روی نشاهای گیاه اینکا اینچی[۱] منجر بـه افـزایش میـزان پـرولین و قندهای محلول گردید و بنظر می‌رسد از ایـن طریـق موجـب بهبـود تحمل به سرما در گیاهان تحت تنش گردید.

سرمازدگی منجر بـه از هـم پاشـیدگی مـواد پکتیکـی در دیـواره سلولی، جامد شدن بخـش لیپیـدی و ایجـاد شـکاف‌هـایی در غشـا و اختلال در فعالیت آنزیم‌های کنترل کننده ورود و خروج مواد از سـلول می‌شود (۳۲). بررسی غلظت مالون دی آلدهید بافت گیاهی مـی‌توانـد بیانگر میزان تخریب غشاء سلولی باشد، زیرا این ترکیب تحـت تـاثیر تخریب و پراکسیده شدن غشاء سلولی آزاد می‌شود (۱۱). اندازه‌گیـری میزان نشت الکترولیتی نیز، تخمین خسارت بافت‌ها را امکان‌پذیر مـی کند. این روش اولین بار توسط دکستر و همکاران (۲۴) برای بررسـی مقاومت به سرما در گیاهان بکار برده شد. خسارت‌های مورفولـوژیکی سرمازدگی در شاخه‌ها شـامل تغییـر رنـگ بافـت‌هـا، قهـوه‌ای شـدن اکسیداتیو در اثر اکسیداسیون (۲) و همچنین شاخص رشد مجدد (۱۲) در تعیین مقاومت به سرما می‌باشد. گیاهان می‌توانند از طریق انباشتن برخی مواد تنظیم کننـده اسـمزی ماننـد اسـید آمینـه فعـال پـرولین، کربوهیدرات‌های محلول و پروتئین‌ها مقاومت خود را به دمای پـایین افزایش داده (۴) و از این طریق منجر به محافظت از غشـای سـلولی (۵۳)، کاهش تلفات آب و پایداری غشا شوند (۳۱).

در پژوهش حاضر اثر کاربرد اسید سالیسـیلیک بـر واکـنش نهـال های دو ساله گلدانی انگور ارقام بی‌دانه بازارپسند از قبیل بی‌دانه سفید و پرلت سیدلیس و گونه ریپاریا تحت شرایطی مشابه سرمازدگی بهاره بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی گروه مهندسـی علـوم باغبـانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهـران واقـع در شهرسـتان کرج در بهار سال ۱۳۹۶ روی نهال‌های دو ساله گلـدانی اجـرا گردیـد. ارقام مورد آزمایش شامل بی‌دانه سفید، پرلت و گونه ریپاریا بود. ایـن آزمایش بصورت فاکتوریل شامل اسید سالیسـیلیک ($C_7H_6O_3$ بـا وزن مولکولی ۱۳۸/۲ گرم، محصول شرکت مرک آلمـان) بـا غلظـت‌هـای صفر (شاهد)، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار (۱، ۲۷)، در مرحلـه ۵-۴ برگـی، دو مرتبه و با فاصله زمانی ۲۴ ساعت در هر غلظت، در قالب طرح کـاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا گردید (۵۲). تیمار دما در سه سـطح شـامل عدم سـرما (گلخانـه بـا دمـای طبیعـی)، دماهـای صـفر و ۲- درجـه سانتی‌گراد اعمال شد، به این صورت کـه ۲۴ سـاعت پـس از آخـرین محلول‌پاشی، گیاهان گلدانی از گلخانه به اتاقک رشد با قابلیت تنظیم دما، زمان و رطوبت منتقل شده و به مدت ۸ ساعت در دماهای صفر و ۲- درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند (۵۲). گیاهان گلـدانی پـس از اتمـام سرمادهی مصنوعی، بـه گلخانـه انتقـال یافتـه و پـس از ۷۲ سـاعت قرارگیری در دمای طبیعی، درصد سـوختگی شـاخه از طریـق نسـبت طول شاخه سوخته به طول کل شاخه محاسبه شد. همچنـین قـدرت بازیابی نهال‌ها از طریق نسبت تعداد جوانه سبز شده به کل جوانه‌های نهال، ۲۰ روز پس از سرمادهی تعیین گردید.

برای اندازه‌گیری نشت الکترولیت‌ها، نمونه‌های بـرگ ۲۴ سـاعت بعد از سرمادهی مصنوعی تهیه شده و سـپس در فـالکون حـاوی ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر ریخته و بـه مـدت ۲۴ سـاعت در دسـتگاه شـیکر (مدل 311 DS Labnet) با دمای ۲۵-۲۲ درجـه سـانتی‌گـراد و ۱۶۰ دور در دقیقه قرار داده شـد و سـپس میـزان نشـت اولیـه آن توسـط

1- *Plukenetia volubilis*

دستگاه EC متر قرائت گردید. در ادامه، نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار یک اتمسفر اتوکلاو شده تا مابقی الکترولیت‌ها آزاد شوند. نشت نهایی ۲۴ ساعت پس از قرار دادن نمونه‌های اتوکلاو شده در دستگاه شیکر ثبت گردید و نهایتاً درصد نشت یونی نسبی بر اساس فرمول زیر تعیین شد (۹).

$$REL = EL_1/EL_2 \times 100 \quad (۱)$$

REL: نشت یونی نسبی EL_1: نشت یونی اولیه EL_2: نشت یونی ثانویه

برای سنجش پراکسیداسیون لیپیدهای غشا، غلظت مالون دی آلدهید به عنوان محصول پراکسیده شدن اسیدهای چرب غشا ۲۴ ساعت بعد از سرمادهی مصنوعی و به روش هیث و پکر (۳۷) اندازه گیری شد. برای این منظور، در ابتدا ۰/۵ گرم از بافت برگ را با نیتروژن مایع ساییده و به آن ۵ میلی‌لیتر تری کلرواستیک اسید (TCA) یک درصد اضافه گردید. عصاره بدست آمده به مدت ۲۰ دقیقه با ۱۴۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ و سپس به یک میلی‌لیتر از عصاره روشناور، ۵ میلی‌لیتر محلول ۲۰ درصد تری کلرواستیک اسید حاوی ۰/۵ درصد تیوباربیتوریک اسید (TBA) اضافه شد. مخلوط حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و بلافاصله در یخ سرد شد. سپس نمونه‌ها مجددا در ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید. در نهایت ماده قرمز رنگ مالون دی آلدهید–تیوباربیتوریک اسید (TBA-MDA) تولید شده در طول موج ۵۳۲ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر مدل (Instruments Ltd T80 UV/VIS Spectrometer PG) اندازه‌گیری و جذب سایر رنگیزه‌های اختصاصی نیز در طول موج ۶۰۰ نانومتر قرائت شد. غلظت مالون دی آلدهید با استفاده از ضریب خاموشی معادل ۱۵۵ $mM^{-1}\ cm^{-1}$ بر حسب نانومول بر گرم وزن تر و توسط رابطه زیر تعیین شد.

$$MDA = (A_{532} - A_{600})/155 \times 1000 \ (nM/gFW) \quad (۲)$$

MDA: غلظت مالون دی آلدهید A_{600}: طول موج ۶۰۰ نانومتر A_{532}: طول موج ۵۳۲ نانومتر

به منظور اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات‌های محلول، پس از پایان تیمار سرمادهی، گلدان‌ها از اتاقک رشد خارج شده و به مدت ۲۴ ساعت در گلخانه و تحت شرایط دمای طبیعی قرار گرفتند. سپس از آن‌ها ۰/۵ گرم نمونه‌های برگ تهیه گردید و توسط ازت مایع درون هاون چینی ساییده و در لوله آزمایش ریخته و به آن ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد افزوده و سپس ورتکس شد. بدین ترتیب، از نمونه‌ها دو فاز جامد و مایع به دقت جدا و مجددا به فاز جامد دو بار و هر بار ۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰٪ اضافه و به شدت تکان داده شد تا فاز مایع تفکیک گردید. کل فاز مایع با سرعت ۴۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید و بخش بالایی آن جدا شد. سپس به ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره تهیه شده ۰/۳ میلی‌لیتر معرف آنترون (۱۵ میلی‌گرم آنترون به ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) اضافه گردیده و به مدت ۱۰ دقیقه داخل بن‌ماری ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا واکنش رنگی انجام شود. پس از خنک شدن نمونه‌ها، میزان جذب نوری آن‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت شد و مقدار قندهای محلول بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ از رابطه زیر محاسبه گردید (۶۸).

قند محلول برگ (میلی‌گرم در گرم وزن تر) = [حجم عصاره (میلی‌لیتر) × قند عصاره (میلی‌گرم در لیتر)] / [وزن نمونه (گرم) × ۱۸۰/۱۶ (میلی‌گرم در میلی‌مول)] (۳)

تهیه عصاره و اندازه‌گیری میزان پرولین، ۲۴ ساعت پس از پایان سرمادهی و قرارگیری گلدان‌ها در گلخانه و به روش بیتز و همکاران (۱۰) انجام شد. برای عصاره‌گیری، ابتدا ۰/۵ گرم برگ توسط نیتروژن مایع در هاون چینی بخوبی ساییده شده و درون لوله آزمایش ریخته و سپس به آن ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳٪ (وزن به حجم) اضافه نموده و به مدت ۱۵–۱۰ دقیقه با سرعت ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. سپس به ۲ میلی‌لیتر از عصاره صاف شده، ۲ میلی‌لیتر اسید استیک و ۲ میلی‌لیتر محلول نین هیدرین (۱/۲۵ گرم نین هیدرین در ۳۰ میلی‌لیتر اسید استیک و ۲۰ میلی‌لیتر اسید فسفریک ۶ مولار) افزوده و با ورتکس مخلوط شدند. نمونه‌ها به مدت ۶۰ دقیقه داخل بن‌ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. پس از خنک کردن نمونه‌ها روی یخ، ۴ میلی‌لیتر تولوئن به هر نمونه اضافه و ۲۰ ثانیه ورتکس شد تا بخوبی مخلوط شده و پرولین وارد فاز تولوئن گردد. سپس، نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه به حال سکون رها شدند و نهایتا میزان جذب نوری فاز روشناور نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، در طول موج ۵۱۵ نانومتر قرائت و از تولوئن به عنوان بلانک استفاده شد. میزان پرولین نمونه‌ها بر حسب میکرومول در گرم وزن تر برگ از رابطه زیر محاسبه گردید.

پرولین برگ (میکرومول در گرم وزن تر) = [حجم عصاره (میلی‌لیتر) × پرولین عصاره (میکروگرم در میلی‌لیتر)] / [۱۱۵/۵ (میکروگرم در میکرومول)] × [۵ / وزن نمونه (گرم)] (۴)

برای اندازه گیری ترکیبات فنولی در این آزمایش، ۲۴ ساعت پس از پایان سرمادهی و قرارگیری گلدان‌ها در گلخانه نمونه‌های ۲ گرمی از بافت برگ تهیه گردید و سپس با ۸ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد ساییده و به مدت ۲۰ دقیقه با ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از روشناور را درون فالکون‌های ۱۵ میلی‌لیتری ریخته و ۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالتو به محتوی فالکون اضافه شد و پس از ۲ دقیقه، ۱ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷ درصد به مخلوط واکنش افزوده و حجم نهایی با استفاده از آب مقطر به ۶ میلی لیتر رسانیده شد. فالکون‌ها به مدت ۹۰ دقیقه درون بن ماری با دمای۳۰ درجه سانتی‌گراد و شرایط تاریکی قرار داده شدند. در نهایت محتوی فنولی نمونه‌ها به وسیله اسپکتروفتومتر با طول موج ۷۲۵ نانومتر اندازگیری شد (۲۲). از این روش برای کلیه محلول‌های استاندارد اسید گالیک و رسم منحنی کالیبراسیون استاندارد به کار برده

شد.

تجزیه آماری نتایج توسط نرم‌افزار SPSS و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها نیز به روش آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس جدول ۱، تیمار اسید سالیسیلیک و سرما اثرات معنی‌داری بر برخی خصوصیات رویشی از قبیل درصد سوختگی شاخه و قدرت بازیابی نهال‌ها و پارامترهای فیزیولوژیکی شامل درصد نشت یونی نسبی و میزان مالون دی آلدهید پس از اعمال تنش سرمادهی مصنوعی در برخی از ارقام انگور گونه وینیفرا نظیر بی‌دانه سفید و پرلت و گونه ریپاریا داشته است.

با توجه به شکل ۱، با کاهش دما درصد سوختگی شاخه افزایش یافته و در دماهای صفر و ۲- درجه سانتی‌گراد در مقایسه با شاهد اختلاف معنی‌دار نشان داده است. بر اساس نتایج، کاربرد اسید سالیسیلیک منجر به کاهش درصد سوختگی شاخه شده است، بطوری که محلول‌پاشی با غلظت ۱ میلی‌مولار آن (۱۴ درصد) اختلاف معنی‌داری نسبت به عدم کاربرد آن (۶۵ درصد) داشته است. بین ارقام گونه وینیفرا و گونه ریپاریا با کاهش دما تا ۲- درجه سانتی‌گراد اختلافات معنی‌دار شد.

همانطور که در شکل ۲ مشخص شده است جوانه‌های نهال‌های ارقام مختلف انگور با کاهش دما تا ۲- درجه سانتی‌گراد کاهش چشمگیری در درصد سبز شدن و رشد جوانه‌ها و قدرت بازیابی داشتند. محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی مولار باعث افزایش درصد رشد جوانه‌های نهال‌های ارقام وینیفرا تحت تنش ۲- درجه سانتی‌گراد (به ترتیب ۷۶ و ۸۶ درصد) در مقایسه با عدم کاربرد آن (۴۵ درصد) گردید. در این آزمایش، گونه ریپاریا بیشترین قدرت بازیابی را در دماهای صفر درجه سانتی‌گراد بدون کاربرد اسید سالیسیلیک (۱۰۰ درصد) و در دمای ۲- درجه سانتی‌گراد توسط محلول‌پاشی با غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار (به ترتیب ۸۸ و ۹۸ درصد) نشان داد و نسبت به ارقام بی‌دانه سفید و پرلت (۷۵ و ۸۹ درصد) از نظر آماری اختلاف معنی‌داری داشت، در حالی‌که بین دو رقم ذکر شده در گونه وینیفرا این اختلاف معنی‌دار نبود.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر اسید سالیسیلیک، دما و رقم بر پارامترهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نهال‌های دو ساله گلدانی برخی از ارقام انگور تحت تنش سرمازدگی بهاره

Table 1- ANOVA for the effect of Salicylic acid dose, temperature and cultivar on morphological and physiological parameters of two-year potted seedlings of some grape varieties under spring cold stress

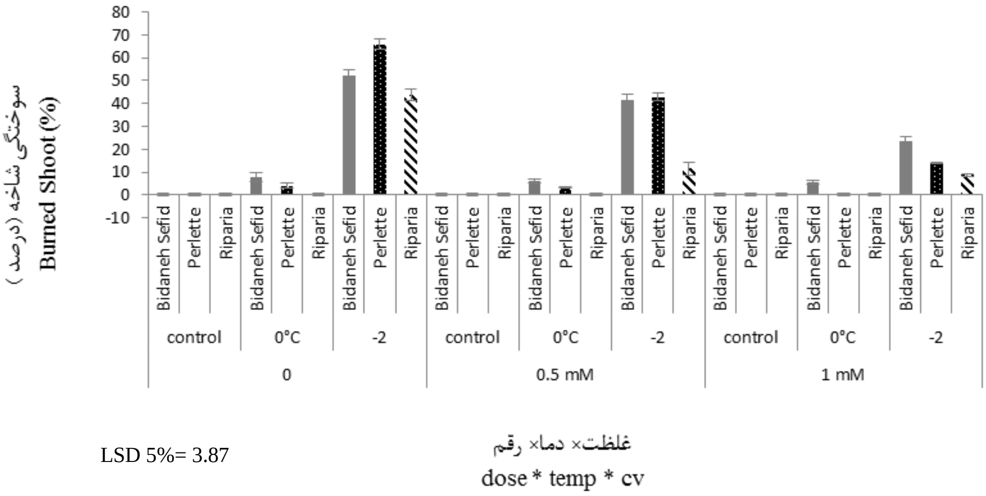
منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares درصد سوختگی شاخه Burned shoot	قدرت بازیابی Recovery	درصد نشت یونی EL	مالون دی آلدهید MDA
غلظت Dose	2	1241.76**	1336.93**	943.36**	0.0723**
دما Temp	2	9406.18**	5198.75**	9711.58**	0.6291**
رقم[1] cv[1]	2	531.47**	124.79*	1998.35**	0.0453**
غلظت × دما Dose × Temp	4	1062.90**	1046.93**	231.54**	0.0205**
غلظت × رقم Dose × cv	4	82.56**	58.03^{ns}	15.73^{ns}	0.0078**
دما × رقم Temp × cv	4	303.20**	80.12*	349.42**	0.0235**
غلظت × دما × رقم Dose × Temp × cv	8	69.29**	68.44*	17.22^{ns}	0.0040**
خطا Error	54	5.6	25.72	10.24	0.0002

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns: غیر معنی‌دار

**: Significant at 1% probability level, *: Significant at 5% probability level, ns: non-significant

۱. برخی ارقام گونه ویتیس وینیفرا و ویتیس ریپاریا

1. Some Cultivars of *Vitis vinifera* and *Vitis riparia*

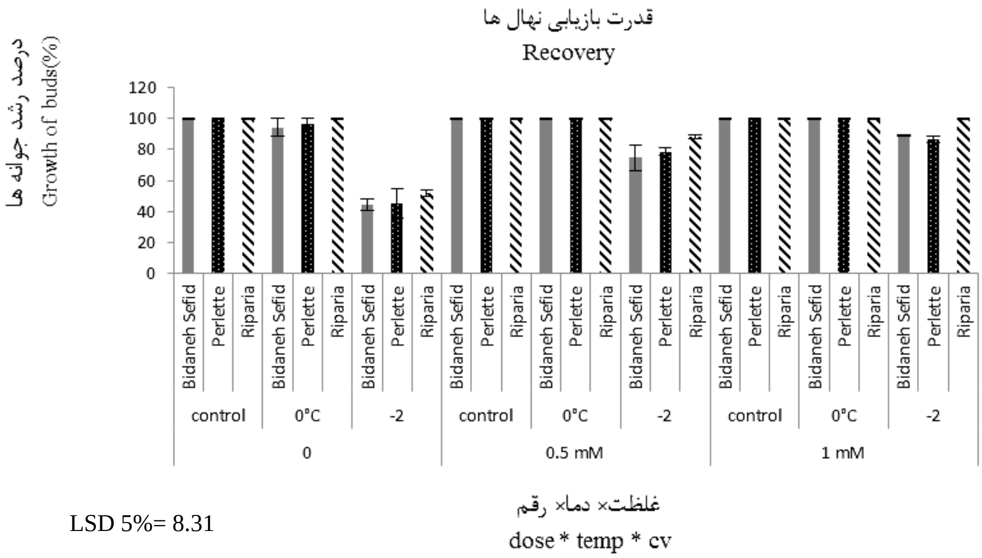


شکل ۱- برهمکنش غلظت اسید سالیسیلیک × دما × رقم بر درصد سوختگی شاخه نهال‌های دو ساله گلدانی ارقام بی دانه سفید، پرلت و گونه ریپاریا، ۷۲ ساعت پس از سرمادهی مصنوعی

Figure 1- The interaction effect of Salicylic acid dose × temperature ×cultivar on burned shoot (%) of two-year-old potted seedlings of Bidaneh Sefid, Perlette and Riparia, 72 hours after cold stress

شاخص بالای هر ستون نشان‌دهنده خطای استاندارد (SE±) می‌باشد.

The top indicator of each column represents the standard error (± SE).

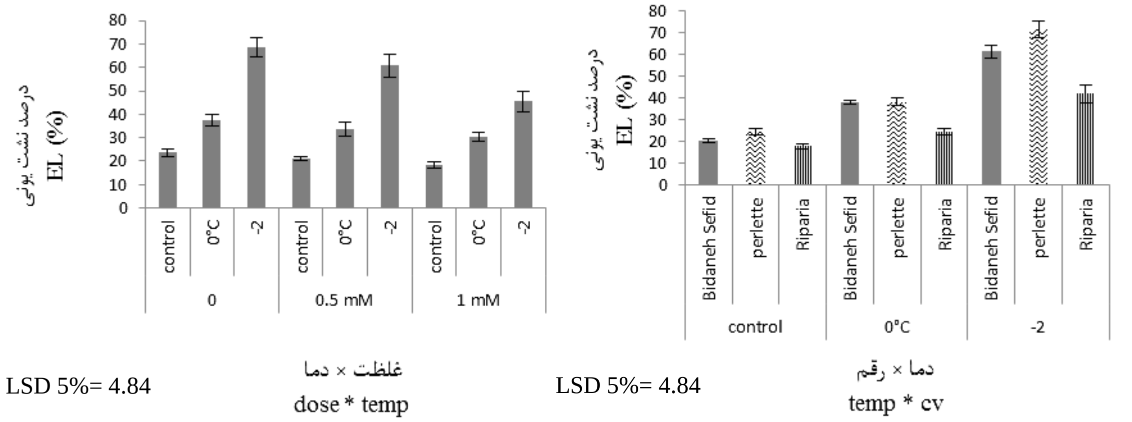


شکل ۲- برهمکنش غلظت اسید سالیسیلیک × دما × رقم بر قدرت بازیابی نهال‌های دو ساله گلدانی ارقام بی دانه سفید، پرلت و گونه ریپاریا ۲۰ روز پس از سرمادهی مصنوعی

Figure 2- The interaction effect of Salicylic acid dose × temperature ×cultivar on recovery of two-year-old potted seedlings of Bidaneh Sefid, Perlette and Riparia, 20 days after cold stress

شاخص بالای هر ستون نشان‌دهنده خطای استاندارد (SE±) می‌باشد.

The top indicator of each column represents the standard error (± SE).

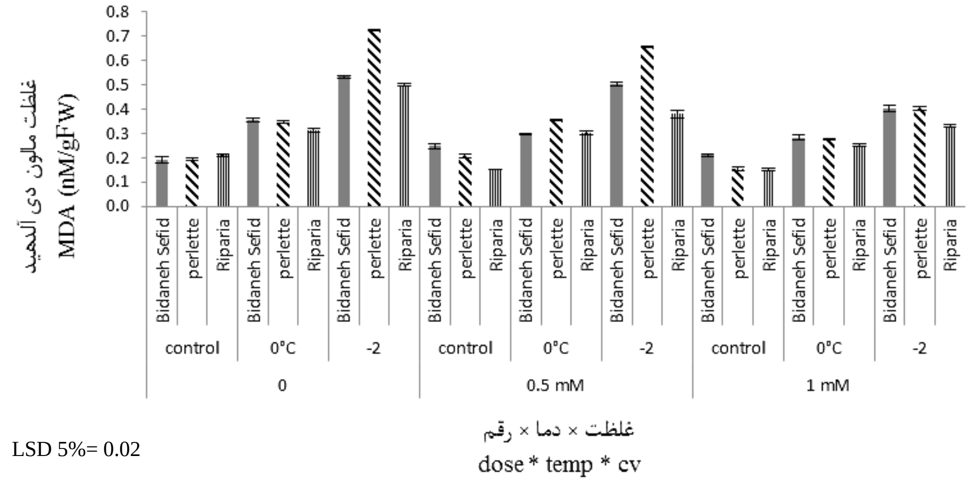


شکل ۳- برهمکنش غلظت اسید سالیسیلیک × دما × رقم بر درصد نشت یونی نسبی نهال‌های دو ساله گلدانی ارقام بی دانه سفید، پرلت و گونه ریپاریا، پس از اعمال سرمادهی مصنوعی

Figure 3- Effect of dose, temperature and cultivar on EL (%) of two-year-old potted seedlings of Bidaneh Sefid, Perlette and Riparia, after cold stress

شاخص بالای هر ستون نشان‌دهنده خطای استاندارد (SE±) می‌باشد.

The top indicator of each column represents the standard error (± SE).



شکل ٤- برهمکنش غلظت اسید سالیسیلیک × دما × رقم بر غلظت مالون دی آلدهید نهال‌های دو ساله گلدانی ارقام بی دانه سفید، پرلت و گونه ریپاریا پس از اعمال سرمادهی مصنوعی

Figure 4- The interaction effect of Salicylic acid dose × temperature ×cultivar on MDA of two-year-old potted seedlings of Bidaneh Sefid, Perlette and Riparia, after cold stress

شاخص بالای هر ستون نشان‌دهنده خطای استاندارد (SE±) می‌باشد.

The top indicator of each column represents the standard error (± SE).

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که کاهش دما منجر به افزایش درصد نشت یونی نسبی گردیده است، بطوری‌که در دماهای صفر و ۲- درجه سانتی‌گراد (۳۷ و ۶۸ درصد) اختلافات معنی‌داری نسبت به دمای شاهد (۲۳ درصد) مشاهده شد. بین ارقام مختلف نیز این اختلاف در درصد نشت یونی نسبی معنی‌دار بود، بطوری‌که بیشترین میزان آن در دمای ۲- درجه سانتی‌گراد در رقم پرلت (۷۱ درصد) و کمترین آن در گونه ریپاریا (۴۲ درصد) وجود داشت. کاربرد ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک باعث کاهش درصد نشت یونی گردید، بر این اساس کمترین میزان آن در تیمار ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و در تیمار شاهد (۱۸ درصد) و بیشترین درصد نشت یونی در دمای ۲- درجه سانتی‌گراد و بدون کاربرد اسید سالیسیلیک (۶۸ درصد) مشاهده شد (شکل ۳).

همانگونه که در شکل ۴ نشان داده شده است تیمار سرمازدگی منجر به افزایش پراکسیداسیون لیپیدهای غشا و در نتیجه افزایش میزان مالون دی آلدهید گردیده است، بطوری‌که بیشترین میزان آن در دمای ۲- درجه سانتی‌گراد در هر دو رقم بی دانه سفید و پرلت و

همچنین گونه ریپاریا نسبت به دمای شاهد مشاهده شد. کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار موجب کاهش میزان مالون دی آلدهید در دماهای صفر و ۲- درجه سانتی‌گراد نسبت به عدم کاربرد آن گردید، بطوری‌که در دمای ۲- درجه سانتی‌گراد کمترین میزان مالون دی آلدهید توسط محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱ میلی‌مولار (۰/۴۰ نانومول بر گرم وزن تر) در مقایسه با سایر غلظت‌ها (۰/۶۵ و ۰/۷۲ نانومول بر گرم وزن تر) در این دما مشاهده شد. بین ارقام گونه وینیفرا در دمای صفر درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی در این دما بین این گونه و گونه ریپاریا اختلافات معنی‌دار بود، در حالی‌که در دمای ۲- درجه سانتی گراد بین ارقام بی‌دانه سفید و پرلت (۰/۴۰ نانومول بر گرم وزن تر) و همچنین گونه ریپاریا (۰/۳۳ نانومول بر گرم وزن تر) اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید.

میزان رشد مجدد و قدرت بازیابی پس از برطرف شدن سرما در شاخه‌های کیوی فروت (۲۰) و انگور (۶۶) مورد ارزیابی قرار گرفته است. از مهم‌ترین دلایل کاهش قدرت بازیابی تحت تنش سرمازدگی را می‌توان به تخریب یاخته‌های پارانشیمی (۵۴)، نشت الکترولیت‌ها (۵۹) و افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن (۴۰) نسبت داد. در این آزمایش، معنی‌دار شدن تاثیر تیمار در شاخص‌های ارزیابی آسیب یخ زدگی مصنوعی نشان‌دهنده تاثیر مثبت کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت یک میلی‌مولار به منظور افزایش تحمل فیزیولوژیکی گیاه به یخ‌زدگی بهاره و کاهش خسارت ناشی از وقوع یخبندان‌های دیر هنگام بهاره بود. همانطور که نتایج نشان داد بین ارقام گونه وینیفرا و گونه ریپاریا در تحمل به سرمازدگی بهاره اختلاف وجود داشت و طبق نتایج پژوهش‌های پیشین چنین انتظار می‌رفت که گونه ریپاریا تحمل بیشتری به سرما داشته باشد که البته با نتایج آزمایش کنونی نیز مطابقت داشت. همچنین از نظر قدرت بازیابی نیز گونه ریپاریا نسبت به ارقام گونه وینیفرا تحت شرایط تنش سرما برتری نشان داد و قدرت بازیابی بیشتری داشت. نجاتیان (۵۵) در پژوهشی تاثیر سرما بر چند کلون انگور بی دانه را در شرایط سرمای طبیعی و مصنوعی بررسی نمود و نتایج نشان داد که با افزایش شدت سرمای مصنوعی میزان مرگ جوانه‌ها بیشتر بود. کاووسی و همکاران (۴۵) نیز نتایج مشابهی گزارش نمودند. کریمی و همکاران (۴۴) نیز نشان دادند که در ارقام انگور حساس به سرما، تیمارهای دمایی ۱۴- درجه سانتی گراد و پایین تر، سبب خسارت شدید به جوانه‌ها شد و به اصطلاح جوانه‌ها کور ماندند و رشد جدید در آن‌ها حاصل نشد، در حالی‌که در ارقام مقاوم، تیمار دمایی ۱۸- درجه سانتی‌گراد موجب مرگ کامل همه جوانه‌ها شد و باز شدن جوانه‌ها مشاهده نشد. نتایج تیمار گیاهچه های خیار با اسید سالیسیلیک نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک سبب بهبود رشد و بقاء نهال‌ها در شرایط تنش دمای پایین شده است (۵۰).

هنگامی که بافت‌های گیاه بر اثر سرما آسیب می‌بینند، رادیکال های آزاد اکسیژن باعث آسیب رساندن به لیپیدها و اسیدهای چرب غشا شده (۳۳) و نتیجه این وضعیت، بروز پدیده آبگز شدن و افزایش نشت یونی است (۵). نشت الکترولیت‌ها در اثر صدمه سرمازدگی در بسیاری از گونه‌های چوبی نظیر زیتون (۹)، کیوی (۴۹) و بادام (۷۲) گزارش شده است. کاربرد اسید سالیسیلیک سبب کاهش نشت یونی در گیاهان گوجه فرنگی (۶۴) و انگور(۵۱ و ۷۰) شده است. ارشادی و طاهری (۲۷) بیان کردند که کاهش دما باعث افزایش درصد نشت یونی در نمونه‌های ساقه و برگ انگور شد، ولی روند افزایش تحت تاثیر تیمار سالیسیلیک اسید قرار گرفت و کاربرد سالیسیلیک اسید با غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار اثر چشمگیری بر کاهش نشت یونی و حفظ سلامت بافت‌ها در دامنه تنش سرمایی صفر تا ۸- درجه سانتی گراد داشت. تیمار دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز با اسید سالیسیلیک سبب افزایش مقاومت به سرمای آن‌ها از طریق کاهش نشت یونی برگ‌ها شده است (۶۲). یکی از اثرات عمده تنش سرما بر غشا، پراکسیداسیون چربی‌های غشایی است که در اثر ایجاد مالون دی آلدهید به عنوان محصول نهایی پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع بوجود می‌آید (۱۶). بدین ترتیب با تغییر در ساختار غشا و پروتئین‌ها و افزایش مواد محلول سمی، نفوذپذیری و انعطاف‌پذیری غشا افزایش یافته و خروج یون‌ها از غشا و در نتیجه ایجاد خسارت به گیاهان تسریع می‌شود (۱۴). در این آزمایش نیز، غلظت یک میلی مولار اسید سالیسیلیک منجر به کاهش میزان مالون دی آلدهید در مقایسه با عدم کاربرد آن گردید که این نتیجه ممکن است از طریق اثر اسید سالیسیلیک بر فعال نمودن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از قبیل گایاکول پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز حاصل شده باشد، به طوری که این آنزیم‌ها از طریق خنثی نمودن رادیکال‌های فعال اکسیژن مانع صدمه به غشای سلولی شده و در نتیجه منجر به کاهش غلظت این صفت گردیده است. کریمی و همکاران (۴۴) طی بررسی تاثیر دمای یخ‌زدگی بر غلظت مالون دی آلدهید در شش رقم انگور، گزارش نمودند که پراکسیداسیون غشا در همه ارقام همراه با کاهش دما روند افزایشی داشت. به نظر می‌رسد اسید سالیسیلیک با فعال کردن آنزیم های آنتی اکسیدان باعث کاهش مقادیر مالون دی آلدهید (MDA) حاصل از تخریب غشا می‌گردد (۶). گزارش شده است که پیش تیمار خارجی برگ‌های انگور با اسید سالیسیلیک میزان نشت الکترولیتی و مواد واکنشی با تیوبیتوریک اسید را تحت شرایط تنش دمای پایین کاهش داد و بطور نسبی فعالیت بیشتر آنزیم‌های آنتی اکسیدانی مثل آسکوربات پراکسیداز (APX)، گلوتاتیون ردوکتاز (GR) و مونودهیدروآسکوربات (MDHA) را تحت شرایط تنش باعث شد (۷۰). گو و همکاران (۳۰) نیز بیان کردند که کاربرد خارجی ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک روی جوانه‌های گل زردآلو باعث کاهش نشت یونی و محتوای مالون دی آلدهید در شرایط تنش

یخ‌زدگی شد. بهبود برخی از پارامترهای رویشی و فیزیولوژیکی توسط کاربرد اسید سالیسیلیک تحت تنش سرمازدگی طبق نتایج مطالعه حاضر با نتایج سایر پژوهشگران مطابقت وجود داشت (۷، ۲۸، ۴۸ و ۵۲).

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به برخی از پارامترهای بیوشیمیایی نهال‌های انگور رقم بی دانه سفید و پرلت و گونه ریپاریا پس از کاربرد اسید سالیسیلیک و اعمال تنش سرما در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، اثر تیمار اسید سالیسیلیک و سرما بر صفات پرولین، کربوهیدرات‌های محلول و ترکیبات فنولی دارای اثر معنی‌دار بود.

بر اساس نتایج نشان داده شده در شکل ۵، میزان پرولین نهال ها با کاهش دما، افزایش نشان داده است بطوری‌که بیشترین میزان آن در تیمار ۲- درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای شاهد در هر دو رقم از گونه وینیفرا و گونه ریپاریا مشاهده شده است. غلظت ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک منجر به افزایش معنی‌دار میزان پرولین در ارقام بی دانه سفید و پرلت در دمای ۲- درجه سانتی‌گراد (به ترتیب ۱۹۳/۶ و ۱۶۲/۷ میکرومول بر گرم وزن تازه) در مقایسه با شاهد (۱۴۷/۶ و ۱۴۲/۸ میکرومول بر گرم وزن تازه) گردیده است ولی در گونه ریپاریا نتایج متفاوتی مشاهده شد، بطوری‌که کاربرد اسید سالیسیلیک در هر دو غلظت باعث کاهش میزان پرولین نهال‌های تحت دماهای تنش سرمازدگی (۱۳۱/۹ میکرومول بر گرم وزن تازه) گردید. همچنین میزان پرولین در دو رقم مذکور در تیمار محلول‌پاشی شده با غلظت های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در دماهای صفر و ۲- درجه سانتی‌گراد اختلافات معنی‌داری نسبت به عدم کاربرد آن نشان دادند.

با توجه به نتایج این پژوهش، با کاهش دما از شاهد به ۲- درجه سانتی‌گراد میزان کربوهیدرات‌های محلول بطور معنی‌داری افزایش نشان داد. در این دما اختلافات بین مقادیر این پارامتر در بین ارقام بی دانه سفید و پرلت و گونه ریپاریا معنی‌دار بود. کاربرد اسید سالیسیلیک منجر به افزایش میزان کربوهیدرات‌های محلول گردید، بطوری‌که بیشترین میزان آن در تیمار ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک تحت دمای ۲- درجه سانتی‌گراد در ارقام بی‌دانه سفید و پرلت (۱۲/۳ و ۱۰/۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) مشاهده شد (شکل ۶).

همانگونه که در شکل ۷ نشان داده شده، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک باعث افزایش میزان ترکیبات فنولی نهال‌های تحت تنش ارقام بی دانه سفید و پرلت و گونه ریپاریا گردید. بنابر نتایج، بیشترین میزان ترکیبات فنولی در تیمار ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در رقم پرلت (۲۶/۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) و گونه ریپاریا (۲۵/۴ میلی گرم بر گرم وزن تازه) مشاهده شده که با رقم بی دانه سفید (۱۹/۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) اختلاف معنی‌داری نشان داد. همچنین در دمای ۲- درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان این شاخص (۲۷/۸ میلی گرم بر گرم وزن تازه) نسبت به شاهد (۱۸/۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) مشاهده شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر اسید سالیسیلیک، دما و رقم بر مقادیر برخی از تنظیم کننده‌های اسمزی و آنتی اکسیدانی نهال‌های دو ساله گلدانی برخی از ارقام انگور تحت تنش سرمازدگی بهاره

Table 2- ANOVA forthe effect of Salicylic acid dose, temperature and cultivar on some osmotic regulators and antioxidant of two-year potted seedlings of some grape varieties under spring cold stress

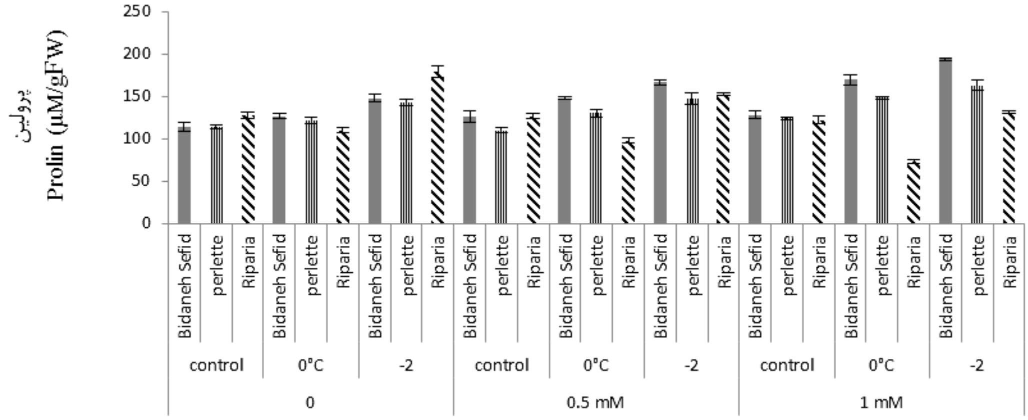
منابع تغییرات Source		درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)		
			پرولین Prolin	کربوهیدرات‌های محلول Solution carbohydrate	ترکیبات فنولی Phenolic compounds
Dose	غلظت	2	421.76**	75.93**	166.05**
Temp	دما	2	11225.44**	119.48**	122.92**
cv[1]	رقم[1]	2	3421.67**	37.69**	266.60**
Dose × Temp	غلظت × دما	4	36.17^{ns}	3.79**	25.84**
Dose ×cv	غلظت × رقم	4	2592.86**	8.70**	12.56**
Temp × cv	دما × رقم	4	2403.88**	3.75**	3.96^{ns}
Dose × Temp × cv	غلظت × دما × رقم	8	336.47**	1.77**	3.28^{ns}
Error		54	49.67	0.25	2.62

**: معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، *: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns: غیر معنی دار

**: Significant at 1% probability level, *: Significant at 5% probability level, ns: not significant

۱. برخی ارقام گونه ویتیس وینیفرا و ویتیس ریپاریا

1. Some Cultivars of *Vitis vinifera* and *Vitis riparia*

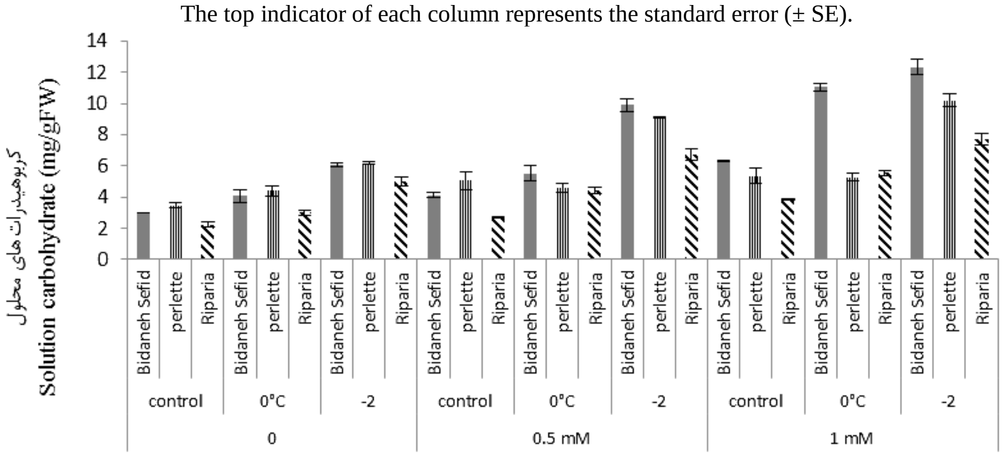


شکل ۵- برهمکنش غلظت اسید سالیسیلیک × دما × رقم بر میزان پرولین نهال‌های دو ساله گلدانی ارقام بی دانه سفید، پرلت و گونه ریپاریا، پس از اعمال سرمادهی مصنوعی

Figure 5- The interaction effect of Salicylic acid dose× temperature ×cultivar on Prolin of two-year-old potted seedlings of Bidaneh Sefid, Perlette and Riparia, after cold stress

شاخص بالای هر ستون نشان‌دهنده خطای استاندارد (SE±) می‌باشد.

The top indicator of each column represents the standard error (± SE).



شکل ٦- برهمکنش غلظت اسید سالیسیلیک × دما × رقم بر میزان کربوهیدرات های محلول نهال‌های دو ساله گلدانی ارقام بی دانه سفید، پرلت و گونه ریپاریا، پس از اعمال سرمادهی مصنوعی

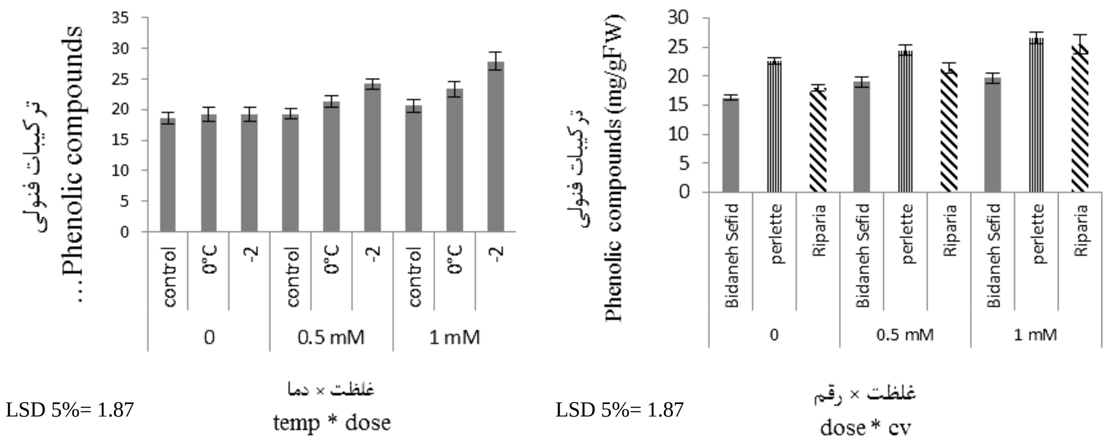
Figure 6- The interaction effect of Salicylic acid dose × temperature ×cultivar on Solution carbohydrate of two-year-old potted seedlings of Bidaneh Sefid, Perlette and Riparia, after cold stress

شاخص بالای هر ستون نشان‌دهنده خطای استاندارد (SE±) می‌باشد.

The top indicator of each column represents the standard error (± SE).

تولید رادیکال‌های آزاد در شرایط تنش افزایش می‌یابد که در انتقال الکترون‌ها در کلروپلاست‌ها و میتوکندری اختلال ایجاد می کنند و موجب تخریب و فروپاشی غشاها در شرایط تنش می‌شوند (۲۳ و ۳۴). اسیدآمینه غیر ساختاری پرولین نقش آنتی اکسیدانی دارد و در از بین بردن رادیکال‌های آزاد موثر است و از این طریق پروتئین‌ها و غشاها را در برابر آسیب‌های اکسیداتیو محافظت می‌کند (۷۳). از بین نقش‌های متعدد پرولین در گیاهان که برای مقابله با تنش سرما ذکر شد، ممکن است در آزمایش ما، نقش پرولین به عنوان تنظیم کننده اسمزی از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و منجر به حفظ ساختار غشا گردیده است. در گیاه هوهوبا گزارش شده است که پرولین در واکنش به دماهای یخ زدگی افزایش یافت (۱۷). افزایش میزان پرولین تحت تیمار اسید سالیسیلیک در انگور (۲۷)، گردو (۴۸) و گندم (۶۷) گزارش

شده است. به نظر می‌رسد که کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک تحت تنش سرما، محتوای اسید آبسیزیک درون سلولی را افزایش داده و به این ترتیب منجر به تجمع پرولین در شرایط سرما و افزایش مقاومت به سرما گردید (۶۵).



شکل ۷- برهمکنش غلظت اسید سالیسیلیک × دما × رقم بر میزان ترکیبات فنولی نهال‌های دو ساله گلدانی ارقام بی دانه سفید، پرلت و گونه ریپاریا، پس از اعمال سرمادهی مصنوعی

Figure 7– The interaction effect of Salicylic acid dose × temperature ×cultivar on Phenolic compounds of two-year-old potted seedlings of Bidaneh Sefid, Perlette and Riparia, after cold stress

شاخص بالای هر ستون نشان‌دهنده خطای استاندارد (±SE) می‌باشد.

The top indicator of each column represents the standard error (± SE).

در این مطالعه، کاهش میزان پرولین در گونه ریپاریا تحت تیمار اسید سالیسیلیک در مقایسه با شاهد ممکن است به این دلیل باشد که افزایش تحمل این گونه به سرما توسط اسید آمینه پرولین نبوده و احتمالا مکانیسم تحمل آن به سرما در اثر افزایش سایر تنظیم کننده های اسمزی از قبیل کربوهیدرات‌های محلول و همچنین ترکیبات فنولی بوده است.

بروز تحمل به تنش با تغییر در مواد اسمزی درون سلول همراه است. گیاهان با انباشت مواد تنظیم کننده اسمزی مانند کربوهیدرات های محلول و پروتئین‌ها، مقاومت خود را به دمای پایین افزایش می دهند (۴ و ۲۵). رابطه مثبت بین غلظت کربوهیدرات‌های محلول و مقاومت به سرما در سیب (۲۰)، تمشک (۵۸) و انار (۲۹) گزارش شده است. بیان شده است که تیمار با اسید سالیسیلیک توسط تحریک هیدرولیز قندهای نامحلول یا پروتئین‌ها و افزایش ترکیباتی مانند قندهای محلول نقش تنظیم اسمزی را برای سلول ایفا کرده (۴۲) و با کاهش نقطهٔ انجماد بافت (۴۶) سبب کاهش خسارت سرمازدگی می شود (۳۵). در این آزمایش نیز، تیمارهای یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک دارای بیشترین میزان این صفت بودند که احتمالا به دلیل نقش هورمون در افزایش هیدرولیز کربوهیدرات‌های نامحلول و تبدیل آن‌ها به کربوهیدرات‌های محلول می‌باشد که از طریق تنظیم اسمزی، منجر به کاهش صدمه سرمازدگی گردیده است که این مسئله با نتایج گزارش شده در انگور (۲۷) و لیموآب شیراز (۷) همخوانی دارد.

در گیاهان عالی تولید زیاد گونه‌های فعال اکسیژن، صفتی ذاتی است که در شرایط تنش ایجاد می‌شود. مکانیسم پاسخگویی به تنش بوسیله آنزیم‌هایی مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، گلوتاتیون ردوکتاز و آنتی اکسیدان‌هایی از جمله اسید آسکوربیک، گلوتاتیون و نوکلئوتیدهای پیریدین به همراه ترکیبات فنولی و کاروتنوئیدی و توکوفرول‌ها برای از بین بردن خاصیت سمی گونه‌های اکسیژن فعال ضروری هستند (۶۰). ترکیب‌های فنولی ویژگی‌های احیایی دارند که به آن‌ها اجازه می‌دهد به عنوان احیاکننده، دهنده هیدروژن و فرونشاننده اکسیژن منفرد وارد عمل شوند (۳۶). نتایج پژوهش محققان نشان داد که تجمع پروتئین‌های محلول و ترکیبات فنولی در بوته‌های انگور ضمن حفظ پایداری غشا در دمای کم، تولید مالون دی آلدهید کمتر و در نتیجه سازگاری بیشتر به دمای کم و به افزایش تحمل به یخزدگی در آن‌ها منجر می‌شود (۸ و ۴۷). افزایش ترکیبات فنولی طی مرحله سازگاری به سرما در پسته (۵۷)، تاک (۳۹) و سیب (۳۸) مشاهده شده است. در این تحقیق نیز، به نظر می‌رسد افزایش میزان ترکیبات فنولی توانسته اند از طریق اثر بر رادیکال‌های آزاد ایجاد شده تحت تنش، منجر به حفظ غشای سلولی گردیده و تحمل به تنش سرما را در نهال‌های انگور افزایش داده باشند. کریمی و همکاران (۴۴) گزارش کردند که با افزایش سازگاری به سرما، غلظت پروتئین‌های محلول و فنول کل در ارقام انگور بی‌دانه قرمز و خلیلی افزایش یافت که حاکی از ارتباط مثبت این ترکیبات با

مقاومت به سرما در جوانه‌های در حال خواب تاک است که این گزارش مطابق با نتایج پژوهش کنونی می‌باشد. تحقیقات نشان داده است که پیش تیمار اسید سالیسیلیک به عنوان یک پروسه مقاوم سازی عمل نموده و با افزایش توان آنتی اکسیدانی سلول موجب حفاظت بیشتر غشاهای سلولی و کاهش مقدار پراکسیداسیون لیپیدها و جلوگیری از اکسیداسیون پروتئین‌ها شده است (۲۶). چان و تاین (۱۹) تجمع ترکیبات فنولی را به دنبال افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز در انگور پس از کاربرد اسید سالیسیلیک گزارش کردند. بنابراین نتیجه گرفتند که اسید سالیسیلیک نقش مهمی در بیوسنتز ترکیبات فنولی و بیان ژن‌های دفاعی گیاه دارد.

نتیجه‌گیری

سرمازدگی بهاره می‌تواند اثرات جبران‌ناپذیری به بوته‌های انگور وارد نموده و منجر به خسارت اقتصادی زیادی به باغدار گردد. بنابراین می‌توان با راهکارهای پیشگیری کننده، از بروز خسارت سرما جلوگیری نمود. نتایج پژوهش کنونی نیز نشان داد که خسارات ناشی از تیمار سرمایی در نهال‌های شاهد بیشتر از نهال‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک بود و غلظت یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در دمای ۲- درجه سانتی‌گراد تاثیر مثبتی بر کاهش شدت خسارت مورفولوژیکی و همچنین کاهش پراکسیداسیون غشای سلولی داشته است. تحمل به سرمای نهال‌های تحت تنش ممکن است به دلیل نقش اسید سالیسیلیک در افزایش مواد آنتی اکسیدانی نظیر ترکیبات فنولی و همچنین افزایش میزان تنظیم کننده‌های اسمزی از قبیل پرولین و کربوهیدرات‌های محلول و در نتیجه افزایش غلظت شیره سلولی و نقطه انجماد بافت بوده باشد، بطوری‌که از این طریق ضمن کاهش تبعات منفی دمای پایین، باعث کاهش خسارت به غشای سلول‌ها و نشت الکترولیت‌ها گردیده و منجر به بهبود قدرت بازیابی نهال‌های دو ساله گلدانی ارقام بی‌دانه سفید و پرلت و گونه ریپاریا شده است. همچنین با توجه به نتایج، چنین استنباط می‌شود که از بین گونه‌های مختلف مورد آزمایش، گونه ریپاریا نسبت به ارقام گونه وینیفرا دارای کمترین درصد سوختگی شاخه و بیشترین قدرت بازیابی بودند. از بین ارقام گونه وینیفرا نیز رقم بی دانه سفید در مقایسه با رقم پرلت دارای بیشترین میزان پرولین و کربوهیدرات محلول بود که نشان‌دهنده سازگاری بیشتر این رقم به شرایط سرما می‌باشد.

سپاسگزاری

از پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران بخاطر همکاری در اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1- Alirezaie Noghondar M., Bayat H., and Nemati H. 2013. Effect of salicylic acid on alleviating of electrolyte leakage and flower organ damage in Apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. ‘Shahroudi’) under artifical cold stress. Science Biology 5: 1-5.

2- Anisko T., and Lindstrom O.M. 1995. Applying the Richards function in freezing tolerance determination with electrolyte and phenolic leakage techniques. Plant Physiology 95: 281-287.

3- Anonymous. 2016. FAO stat data base results. Available on the www.FAO.org.

4- Ashraf M., and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany 59: 206-216.

5- Azzarello E., Mugnai S., Pandolfi C., Masi E., Marrone E., and Mancuso S. 2009. Comparing image (fractal analysis) and electrochemical (impedance spectroscopy and electrolyte leakage) techniques for the assessment of the freezing tolerance in olive. Trees 23: 159-167.

6- Babalar M., Asghari M., Talebi A.R., and Khosroshahi A. 2007. Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit. Food Chemistry 105: 449-453.

7- Baghbanha M., Fotouhi Qazvini R., Hatamzadeh A., and Heidari M. 2007. Effect of salicylic acid on tolerance to freezing stress in lemon seedlings of Shiraz. Iranian Journal of Horticulture 3: 185-198. (In Persian)

8- Balasundram N., Sundram K., and Samman S. 2007. Phenolic compounds in plants and agriindustrial by products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. Food Chemistry 99: 191-203.

9- Barranco D., Ruiz N., and Capo M.G. 2005. Frost tolerance of eight olive cultivars. Hort Science 40: 558-560.

10- Bates I., Waldern R.P., and Teare I.D. 1973. Rapid determination of free Prolin for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.

11- Bhattacharjee S., and Mukherjee A.K. 2002. Salt stress induced cytosolute accumulation, antioxidant response and membrane deterioration in three rice cultivars during early germination. Seed Science and Technology 30: 279-287.

12- Bigras F.J. 1997. Root cold tolerance of black spruce seedlings: viability tests in relation to survival and regrowth. Tree Physiology 17: 311-318.

13- Borsani O., Valpuesta V., and Botella M.A. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage

generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedlings. Plant Physiology 126: 1024-1030.
14- Bowers M.C. 1994. Environmental effects of cold on plants. In: Wilkinson, R.E. (Ed.), Plant-Environment Interactions. Marcel Dekker, New York.
15- Cao S., Hu Z., Zheng Y., and Lu B. 2010. Synergistic effect of heat treatment and salicylic acid on alleviating internal browning in cold-stored peach fruit. Postharvest Biological Technology 58: 93-97.
16- Campos P.S., Quartin V., Ramalho J.C., and Nunes M.A. 2003. Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of Coffea sp. Journal of Plant Physiology 160: 283-292.
17- Ceccardi T., and Ting I. 1996. Effect of temperature and water stresses on gas exchange, fluorescence kinetics, and solute levels of jojoba. Industrial Crops and Products, 5: 279-290.
18- Chalker-Scott L. 1988. Relationships between endogenous phenolic compounds of rhododendron tissues and organs and cold hardiness development. Oregon State University, USA, Ph.D. Dissertation.
19- Chan Z., and Tian S. 2006. Induction of H_2O_2 metabolizing enzyme and total protein synthesis by antagonistic yeast and salicylic acid in harvested sweet cherry. Postharvest Biology and Technology 39: 314-320.
20- Chat J. 1995. Cold hardiness within the genus Actinidia. Horticultural Science 30: 329-332.
21- Coleman W.K., and Estabrooks E.N. 1992. Enhancement of cold hardiness in apple tree by PBZ, thidiazuron and flurprimidol. Canadian Journal of Plant Science 72: 1267-1274.
22- Chow H.H., Cai Y., Hakim I.A., Crowell J.A., Shahi F., and Brooks C.A. 2003. Pharmacokinetics and safety of green tea polyphenols after multiple-dose administration of epigallocatechin gallate and polyphenon E in healthy individuals. Clin Cancer Rescerch 9: 3312-3319.
23- Davies K.J.A. 1987. Protein damage and degradation by oxygen radicals. I. General aspects. The Journal of Biological Chemistry 262: 9895-9901.
24- Dexter S.T., Tottingham W.E., and Graber L.F. 1932. Investigations of the hardiness of plants by measurement of electrical conductivity. Plant Physiology 7: 63-78.
25- El-Tayeb M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45: 215-224.
26- Eraslan F., Inal A., Pilbeam D.J., and Gunes A. 2008. Interactive effects of salicylic acid and silicon on oxidative damage and antioxidant activity in spinach (*Spinacia oleracea* L. CV. Matador) grown under boron toxicity and salinity. Plant Growth Regulators 55: 207-219.
27- Ershadi A., and Taheri S. 2013. Effect of salicylic acid on spring frost tolerance in grapes of Bidaneh sefid. Journal of Agricultural Improvement, 2: 135-146. (In Persian)
28- Gao J.C., Wang H.X., and Li X.X. 2010. Relationship between soluble proteins, MDA, andjujube (*Ziziphus mauritiana*) tree cold hardiness. Beifang Yuanyi (Northern Horticulture) 23: 18-20.
29- Ghasemi Soluklui A.A., Ershadi A., and Fallahi E. 2012. Evaluation of cold hardiness in seven Iranian commercial pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. Hortscience 47:1821-1825.
30- Guo S., Yang Q., Yang X., Liu Y., Qi J., and Bi Y. 2007. Effects of salicylic acid on cold resistance during flowering period and fruit sitting rate in Apricot. Nonwood Forest Research 4, 007.
31- Gusta LV., Trischuk R., and Weiser C.J. 2005. Plant cold acclimation: the role of abscisic acid. Plant Growth Regulation 24: 308- 318.
32- Guy C.L. 2003. Cold acclimation and freezing stress tolerance: role of protein metabolism. Annual Review in Plant Physiology and Plant Molecular Biology 41: 187-223.
33- Hana B., and Bischoff J.C. 2004. Direct cell injury associated with eutectic crystallization during freezing. Cryobiology 48: 8-21.
34- Hassibi P., Moradi F., and Nabipour M. 2007. Screening of rice genotypes for low temperature stress-using chlorophyll fluorescence. Iranian Journal of Crop Sciences 9: 14-31.
35- Hayat S., and Ahmad A. 2007. Salicylic acid-A plant hormone. Plant Physiology 2: 91-150.
36- Henriques F., Guine R., and Barroca M.J. 2012. Chemical properties of pumpkin dried by different methods. Food Technol. Biotechnology 7: 98-105.
37- Heath L.R., and Packer L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics 125:189-198.
38- Huang Y., and Wang Z. 1982. Cytological determination of cold resistance in fruit trees (*Malus*). Acta Horticulture 9: 23-30.
39- Hubackova M. 1982. Effect of the lignification of grapevine shoots on the resistance of buds in winter. Vitis 9: 271-274.
40- Inze D., and Van Montagu M. 2002. Oxidative Stress in Plants. Taylor & Francis, London.
41- Janda T., Szalai G., Tari I., and Paldi E. 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. Planta 208: 175-180.
42- Kafi M., and Mahdavi Damghani A.S. 2002. Resistance mechanisms of plants to environmental stresses (translation). Ferdowsi University Press, Mashhad. (In Persian)
43- Karimi R., Ershadi A., Sna Ashari M., Mashhadi M., and Boojar A. 2014. Seasonal changes in the content of

soluble proteins, total phenol and malondialdehyde, and their relationship with cold resistance of some grape cultivars. Agricultural Improvement, 16: 999-1013. (In Persian)

44- Kavosi B., Eshghi S., and Tafazzoli A. 2012. Response of *Vitis vinifera* L. 'Askari' to winter cold damages. Journal of Research in Crop and Garden Plants 1: 37-49 (in Persian).

45- Kerepesi I. 1998. Osmotic and salt stresses induced differential alteration in water- soluble carbohydrate content in wheat seedling. Agriculture & Food Chemistry 53: 47-55.

46- Kezeli T.A., and Beridze A.G. 1986. Structural and histochemical changes in one-year grapevine shoots in relation to frost resistance. Fiziol.Morozoustoich.Vinograd. Lozy.

47- Khorramshahi L. 2012. The Effect of thiofer and salicylic acid on spring resistance to walnut trees. Master's Thesis. Bu-Ali Sina University, Hamedan. (In Persian)

48- Lawes G.S., Cheong S.T., and Alvarez H.V. 1995. The effect of freezing temperatures on buds and stem cuttings of Actinidia species. HortScience 1: 12-16.

49- Lee G.S., and Hong J.H. 2002. Effect of Salicylic Acid on Growth and Chilling Tolerance of Cucumber Seedlings. Environmental Science International 11: 1173-1181.

50- Liu Y., Zhang J., Liu H., and Huang W. 2008. Salicylic acid or heat acclimation pre-treatment enhances the plasma membrane-associated ATPase activities in young grape plants. Scientia Horticulturae 119: 21-27.

51- Luo Y.L., Su Z.L., Bi T.J., Cui X.L., and Lan Q.Y. 2014. Salicylic acid improves chilling tolerance by affecting antioxidant enzymes and osmoregulators in sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). Botany 37: 357-363.

52- Mahajan Sh., and Narendra T. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Biochemistry and Biophysics 444: 139-158.

53- Malone S.R., and Ashworth E.N. 1991. Freezing stress response in woody tissues observed using low-temperature scanning electron microscopy and freeze substitution techniques. Plant Physiology 95: 871-881.

54- Nejatyan M. 2012. Selection of cold tolerant clones in Iranian Bidaneh grape varieties. Journal of Breeding of Seedlings and Seeds, 28: 519-524. (In Persian)

55- Nzokou P., and Nikiema P. 2008. The influence of three plant growth regulators on susceptibility to cold injury following warm winter spellsin Fraser fir *(Abies fraseri*) and Colorado blue spruce (*Picea pungens*). Horticultural Science 43: 742-746.

56- Pakkish Z., Rahemi M., and Baghizadeh A. 2009. Seasonal changes of peroxidase, polyphenol oxidase enzyme activity and phenol content during and after rest in pistachio (*Pistacia vera* L.) Flower Buds. World Applied Sciences 6: 1193-1199.

57- Palonen P. 1999. Relationship of seasonal changes in carbohydrates and cold hardiness in canes and buds of three red raspberry cultivars. Journal of the American Society for Horticultural Science 124: 509-513.

58- Pietsch G.M., Anderson N.O., and Li P.H. 2009. Cold tolerance and short day acclimation in perennial Gaura coccinea and G. drummondii. Horticultural Science 120: 418-425.

59- Prasad T.G. 1996. Mechanisms of chilling-induced oxidative stress injury and tolerance in developing maize seedling: changes in antioxidant system, oxidation of proteins and lipids, and protease activities. Plant Journal 10:1017-1026.

60- Rezayatmand Z., Khavarinejad R., and Asghari Gh. 2013. The Effect of salicylic acid on some physiological and biochemical indices of *Artemisia aucheri* Boiss. under salt stress. Plant Biology, 16: 57-70. (In Persian)

61- Sajjadian h. 2011. Effect of salicylic acid on cold resistance of pistachio 'Badami' Seedlings using ionic leakage. Seventh Iranian Horticultural Science Congress, Isfahan University of Technology 132-134. (In Persian)

62- Sayyari M., Babalar M., Kalantari S., Serrano M., and Valero D. 2009. Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. Postharvest Biology Technology 53: 152-154.

63- Senaratna T., Touchell D., Bunn E., and Dixon K. 2000. Acetyl salicylic acid (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation 30: 157-161.

64- Shakirova F.M., Sakhabutdinova A.R., Bezrukova M.V., Fatkhutdinova R.A., and Fatkhutdinova D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science 164: 317-322.

65- Shoor M., Tehranifar A., Nemati S.H., Salahwarzi Y., Mokhtarian A and Rahmati M. 2009. Investigation and determination of frost resistance and freezing of three cultivars of grapes in northern Khorasan. Journal of Environmental Stresses Agricultural Sciences 2: 159-169. (In Persian)

66- Singh B., and Usha K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regulation 39: 137-141.

67- Somogyi J., and Nelson D. 1952. A critical examination of the Nelson–Somogyi method for the determination of reduced sugar. Analytical Biochemistry 15: 373-381.

68- Snyder R.L., and De Melo-Abreu J.P. 2005. Frost protection: Fundamentals, practice and economics. Vol. I. United Nations, Food and Agriculture Organization, Rome.

69- Wang L.J., and Li S.H. 2006. Salicylic acid-induced heat or cold tolerance in relation to Ca^{2+} homeostasis and antioxidant systems in young grape plants. Plant Sciences 170: 685-694.

70- Winkler A., cook J., Klievers N., and Lideer L. 1974. General viticulture. University of California press, Berkeley and Los Angles.
71- Yousefi M. 2008. The effect of freezing on electrolyte leakage of 10 almond cultivars and wild almond species in Isfahan. Journal of Agricultural Science and Technology 45: 1-9. (In Persian)
72- Zhang J., Kluera N.Y., Wang Z., Ray Wu., Ho T.D., and Nguyen H.T. 2000. Genetic engineering for abiotic stress resistance in crop plants. In Vitro Cell Developmental Biology Plant 36: 108-114.

Journal of Horticultural Science
Vol. 34, No.3, Fall 2020, P. 361-376
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹، ص. ۳۷۶-۳۶۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Salicylic Acid on Reduction of Spring Cold Damage on some Cultivars of *Vitis vinifera* and *Vitis riparia*

A. Abbasi Kashani[1]- A. Ebadi[2]*- M.R. Fattahi Moghaddam[3]- M. Shokrpour[4]
Received: 29-08-2018
Accepted: 16-05-2020

Introduction: Grape (*V. vinifera* L.) is one of the most important crops in the world and Iran, and play a major role in the export income. According to World Food Organization statistics, the area under global cultivation has been seven million hectares and Iran ranks seventh in the world with 316,000 hectares. Grape production is about 77.5 million tons and Iran is ninth in the world with production of about 2.5 million tons. Fars province is in the first place with 75,000 hectares of fertile vineyards. Qazvin, Khorasan Razavi, West Azarbaijan, Hamadan and East Azarbaijan provinces are also ranked next. Cold stress is one of the constraints on the cultivation of grapes, so prevention of frost damage is one of the important points in the world's grape areas. This damage could be due to early autumn cold and late spring in the temperate region, such as winter frost of 2007, early autumn frost of 2015 and late spring frost of 2014 and 2017. Protecting plants against the harmful effects of low temperatures in agriculture is considerable. One way to prevent frost damages is using plant growth regulators such as salicylic acid. It seems that salicylic acid plays a role in the resistance to the cold stress, and it probably contributes to the activity of antioxidant enzymes and hydrogen peroxide metabolism, so it reduces cold stress damages and increases the plant tolerance to frost. The role of salicylic acid against cold stress have been reported in various plants such as lemon, pistachio, peach, pomegranate, apricot and walnut. Studies have shown that application of salicylic acid on grape seedlings increased the resistance to thermal stresses by reducing ion leakage and decreased the peroxidation of the cell membranes. Also, SA increased the proline and soluble carbohydrates in *Plukenetia volubilis* seedlings. In the present study, the effects of salicylic acid was investigated on the reaction of potted seedlings of some grape varieties under the spring frost. Then shoot burn percentage, recovery, ion leakage and peroxidation of membrane lipids of seedlings were investigated after cold application. Therefore, the changes in the amount of some osmotic regulators such as proline, soluble carbohydrates, and antioxidants such as phenolic compounds were evaluated by salicylic acid and cold treatments.

Materials and Methods: This research was carried out in greenhouse of Department of Horticulture Engineering of College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, in spring 2017 on two-year potted seedlings. It was carried out in a completely randomized design with three replications to evaluate the effects of salicylic acid on reducing the damage of spring frost in some grape varieties such as Bidaneh Sefid, Perlette and Riparia species. Salicylic acid was sprayed at 0, 0.5 and 1 mM in E-L=11 on two year-old potted. After 24 hours, cold treatment was applied at 0 and -2 °C and normal temperature (as control) for 8 h. Control was in the greenhouse with natural temperature. Potted plants were transferred to the greenhouse and after 72 hours, the burn percentage was calculated. Also, recovery of the seedling was determined 20 days after the cold. Other parameters were measured such as ion leakage, malondialdehyde, soluble carbohydrates, proline and phenolic compounds. Statistical analysis and mean comparison of the results was done by SPSS and LSD test.

Results and Discussion: According to the results, salicylic acid and cold treatments had significant effects on some characteristics of *Vinifera* species such as Bidaneh Sefid, Perlette and Riparia species. The results showed that with increasing the cold stress to -2 °C, the burned shoot percentage was increased and the grown buds percentage was decreased compared to control, and electrolytic leakage and malondialdehyde were increased at same temperature. Salicylic acid 1 mM reduced the damage to shoots and increased the recovery of seedlings. The lowest amount of electrolytic leakage and malondialdehyde were observed in 1 mM salicylic acid treated seedlings compared to non-treated. According to the results, application 1mM salicylic acid increased osmotic regulators and antioxidants such as proline, solution carbohydrates and phenolic compounds. There was a significant difference between *Vinifera* and *Riparya* species at -2 °C in some parameters such as burned shoot, recovery, ion leakage and malondialdehyde. Also, there were significant differences between Bidaneh Sefid,

1, 2, 3 and 4- Graduated Ph.D. in Horticulture, Professors and Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: aebadi@ut.ac.ir)

Perlette and *Riparia* species at -2 °C and 1 mM in proline, solution carbohydrates and phenolic compounds. It has been reported that salicylic acid plays a role of osmotic regulation for the cell and it can reduce the damage of frost by stimulating the hydrolysis of insoluble carbohydrates or proteins and enhancing compounds such as soluble carbohydrates, so it led to reduce the freezing point of the tissue. Increasing in soluble carbohydrates have been reported in grapes and lemon by salicylic acid spraying.

Conclusions: Spring frost has damaging effects on grapevine and can lead to a lot of economic damage to gardeners. Therefore, it can be prevented by some plant regulators such as salicylic acid. The results of the present study showed that the damage caused by cold treatment in control seedlings was more than the plants that were treated with salicylic acid and concentration of 1 mM salicylic acid at 2°C had a positive effect on reduction of morphological damage severity as well as reduction peroxidation of the cell membrane. Cold tolerance of seedlings may be due to the role of salicylic acid in increasing antioxidant substances such as phenolic compounds, as well as in increasing osmotic regulators such as proline and soluble carbohydrates, thereby increasing cell sap concentration and tissue freezing point. This reduced the negative effects of low temperature and reduced cell membrane damage and electrolyte leakage and improved the recovery ability of two-year-old potted seedlings of Bidaneh Sefid, Perlette and Riparia species. So, it can be concluded that among different tested species, Riparia had the lowest percentage of shoot burn and highest recovery ability than the cultivars of *Vinifera*. Among the genotypes of *Vinifera* species, Bidaneh Sefid was the most proline and soluble carbohydrate compared to Perlette, indicating a higher adaptation to cold conditions.

Keywords: Cold stress, Grapes, Osmotics regulators, Plant growth regulators, Recovery